

PRODUKSI CUKA KAYU HASIL MODIFIKASI TUNGKU ARANG TERPADU

(Production of Wood Vinegar that Resulted from the Integrated Kiln Modification)

Oleh/By :

Sri Komarayani, Gusmailina & Gustan Pari ¹⁾

¹⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16610
Telp. 0251- 8633378 ; Fax. 0251 - 8633413

Diterima 9 Juni 2011, disetujui 6 September 2011

ABSTRACT

Research on integrated manufacture of charcoal and wood vinegar was already carried out in the modified kiln constructed of double drum combined with a condensing technique device, thereby yielding not only charcoal but also concurrently distillate liquid or the so called wood vinegar (liquid smoke). The kiln operated with a batch system, and the raw material for such was wastes from wood processing industries. This research aims to look into the manufacture as well as qualities of charcoal and wood vinegar both produced concurrently using the double drum type carbonization kiln, and scrutinize the prospective uses of the latter product.

Results revealed that the kiln turned out as much as 6.00 - 15.00 kg of charcoal and 2.40 - 4.40 kg of wood vinegar. Based on the input charge of raw material, the charcoal yield reached 9.90-21.08%, and wood vinegar yield 4.95 - 7.35%.

The chemical components in wood vinegar as identified using high performance liquid chromatography (HPLC) and gas chromatography (GC) consisted of consecutively acetic acid (21.31 ppm - 30.05 ppm), methanol (0.44% - 1.15%) and phenol (52.41 ppm - 63.26 ppm). Results of analysis using GCMS (gas chromatography - mass spectrometry) pyrolysis exhibited that the wood vinegar yielded by each species of wood waste contained as many as 20-32 chemical components, which differed from one species to another. The nutrient elements in the resulting wood vinegar comprised C organic (6.12 - 7.35%), N total (0.62 - 0.67%), P₂O₅ total (0.24 - 0.31%), and K₂O total (0.31 - 0.36%).

Uses of wood vinegar were numerous, among others as food preservative, pesticide and plant disease remedy, organic liquid fertilizer, plant fertilizer, disinfectant and inhibitor for microorganisms, and fungi and bacteria prevention.

Keyword : Charcoal, wood vinegar, chemical component, production, qualities.

ABSTRAK

Penelitian pembuatan arang dan cuka kayu secara terpadu telah dilakukan dengan menggunakan tungku hasil modifikasi terbuat dari drum ganda yang dikombinasikan dengan teknik kondensasi sehingga tidak hanya arang yang dihasilkan, tetapi juga diperoleh cairan destilat yang biasa disebut cuka kayu/asap cair. Bahan yang digunakan untuk membuat arang dan cuka kayu adalah limbah industri pengolahan kayu. Tujuan penelitian yaitu untuk menelaah produksi dan kualitas arang, cuka kayu, dan prospek pemanfaatannya dari hasil penggunaan tungku drum ganda.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa produksi arang 6,00 - 15,00 kg, rendemen arang 9,90-21,18%. Produksi cuka kayu 2,40 - 4,40 kg dan rendemen cuka kayu 4,95 - 7,35%.

Komponen cuka kayu hasil analisis HPLC dan GC terdiri dari asam asetat 20,13 - 30,05 ppm, metanol 0,44 - 1,15% dan phenol 52,41 - 63,62 ppm. Hasil analisis GC-MS pirolisis menunjukkan bahwa cuka kayu dari masing-masing jenis limbah kayu mengandung jumlah komponen kimia yang berbeda antara satu jenis dengan lainnya, pada kisaran 20 - 32 komponen. Unsur hara yang terdapat dalam cuka kayu : C organik 6,12 - 7,35% ; N total 0,62 - 0,67% ; P_2O_5 total 0,24 - 0,31% dan K_2O total 0,31 - 0,36%.

Manfaat cuka kayu sangat banyak antara lain sebagai pengawet makanan, pembasmi hama dan penyakit tanaman, pupuk cair organik, penyubur tanaman, desinfektan dan inhibitor mikroorganisme serta pencegah jamur dan bakteri.

Kata kunci : Arang, cuka kayu, komponen kimia, produksi, kualitas.

I. PENDAHULUAN

Penelitian produksi arang terpadu dengan cuka kayu pernah dilakukan dengan menggunakan tungku kubah yang terbuat dari batu bata, dilengkapi unit pendingin, dengan menggunakan air serta sungkup bambu (Nurhayati *et al.*, 2005, dan 2006). Penelitian pembuatan cuka kayu lainnya telah dilakukan dengan menggunakan tungku baja dan tungku sakuraba, masing-masing dilengkapi pula dengan unit pendingin air. Penelitian serupa juga pernah dilakukan dengan menggunakan tungku terbuat dari drum yang dilengkapi sungkup dari batang bambu.

Dari beberapa model tungku tersebut dapat diketahui bahwa tungku baja lebih baik dari tungku sakuraba, baik untuk produksi arang maupun cuka kayu. Begitu pula, sifat arang yang dihasilkan tungku baja lebih baik dari tungku sakuraba, ditandai dengan hasil kadar abu dan kadar zat mudah menguap yang rendah dan kadar karbon terikat yang tinggi. Rendemen cuka kayu yang dihasilkan dari tungku baja lebih tinggi (22%) dari pada tungku sakuraba (14,61%). Cuka kayu yang dihasilkan dari ke dua tungku sudah memenuhi persyaratan cuka kayu standar Jepang (Nurhayati *et al.*, 2006).

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan tersebut, ternyata pada penggunaan tungku drum yang diberi sungkup bambu masih ada beberapa kelemahan yaitu kualitas cuka kayu yang dihasilkan masih terlihat kotor dan berwarna hitam, sehingga harus dilakukan penyulingan. Sungkup dari bambu yang digunakan sebagai penangkap dan pendingin asap, apabila digunakan terus menerus, akan retak dan tidak dapat bertahan lama.

Terkait dengan segala uraian di atas, pada tulisan ini dikemukakan hasil penelitian pembuatan arang dan cuka kayu dengan menggunakan tungku drum ganda yang dilengkapi pipa pendingin asap, dimana konstruksi pendingin tersebut berupa baja tahan karat (*stainless steel*). Tujuan penelitian yaitu untuk menelaah produksi dan kualitas arang, cuka kayu dan pemanfaatannya, dari hasil penggunaan tungku drum ganda tersebut.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Hasil Hutan, Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor. Analisis dilakukan di Laboratorium Terpadu, Laboratorium Pasca Panen dan Laboratorium Tanah Biotrop, Bogor.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah limbah potongan kayu campuran mahoni dan nangka, limbah kayu sengon dengan kulit, limbah kayu sengon tanpa kulit dan sebetan kayu sengon dengan kulit.

2. Alat

Peralatan yang digunakan untuk membuat arang dan cuka kayu adalah tungku yang sudah dimodifikasi dan terpadu dengan produk destilat. Tungku terdiri dari 2 buah drum (drum ganda). Drum pertama digunakan untuk pembuatan arang, dimana drum tersebut dilengkapi dengan cerobong asap untuk mengalirkan keluar (ke udara terbuka) gas tidak terkondensasi yang terbentuk selama pengarangan. Drum pertama tersebut dilengkapi pipa untuk mengalirkan segala gas/uap yang dapat terkondensasi, kemudian disambungkan dengan pipa berbentuk spiral yang sudah terpasang dalam drum kedua. Pipa berbentuk spiral tersebut berfungsi mendinginkan asap/uap terkondensasi di dalamnya. Pendinginan asap/uap terjadi karena peranan air yang dialirkan dan ditampung dalam drum kedua. Hasil kondensasi asap/uap tersebut ditampung dan diberi nama cuka kayu. Untuk lebih jelasnya, rincian dan sistim kerja tungku drum ganda tersebut disajikan pada Gambar 1. Alat-alat lainnya yaitu timbangan, golok, gergaji, ember plastik, karung, jerigen plastik, termokopel dan lain-lain.



Gambar 1. Tungku arang dan cuka kayu hasil modifikasi
Figure 1. Modified charcoal kiln comprised of carbonization drum intregation with wood vinegar condensing device

Keterangan (*Remarks*):

1 = Drum pertama untuk pengarangan (*First drum for carbonization process*)

- 2 = Drum kedua untuk menampung air pendingin (*Second drum for holding the cooling water*)
- 3 = Cerobong asap untuk mengalirkan gas ke udara terbuka (*Smoke chimney to flow the non-condensable gases to the open air*)
- 4 = Cerobong asap kedua (*Second smoke chimney*)
- 5 = Wadah penampung cuka kayu (*Receiving chest for the resulting wood vinegar*)
- 6 = Pipa untuk mengalirkan gas ke alat pendingin (*Stainless pipe to flow the condensable gases to the condensing device*)

C. Prosedur Penelitian

Limbah kayu berupa potongan kayu/sebetan, dibuat arang dengan menggunakan tungku drum yang telah dimodifikasi. Setelah potongan kayu masuk tungku, kemudian dilakukan pembakaran dengan umpan kayu bakar dan sedikit minyak tanah pada bagian bawah tungku. Sebagaimana pada uraian sebelumnya tungku pengarangan ini dilengkapi dengan pendingin asap berupa pipa berbentuk spiral yang terpasang dalam drum yang telah diisi air. Asap yang telah dingin, dialirkan dan ditampung dalam ember plastik, sehingga akan diperoleh asap cair/cuka kayu. Proses pengarangan berlangsung antara 32 - 96 jam, tergantung kadar air dan jumlah kayu/ berat kayu yang digunakan. Suhu pengarangan sekitar 400 - 450° C.

Setelah tungku dingin (kurang lebih 24 jam) arang dikeluarkan kemudian dilakukan penimbangan arang.

1. Analisis kualitas

Analisis kualitas arang seperti : rendemen, kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor (berdasarkan berat kering oven) dilakukan di Laboratorium Kimia, Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor, selanjutnya kualitas arang yang dihasilkan dibandingkan dengan SNI. Terhadap cuka kayu dilakukan penetapan kadar C organik dengan metode Walkey dan Black, N total dengan metode Kejdahl (Sukmana, 1983). Sedangkan P total dan K total pada cuka kayu ditetapkan mengikuti prosedur pengujian Biotrop (Anonim, 2000). Komponen kimia cuka kayu seperti asam asetat dan fenol diperoleh dari hasil analisis cuka kayu dengan menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), metanol menggunakan GC (*Gas Chromatography*) di Laboratorium Pasca Panen, sedangkan komponen kimia organik dianalisis dengan alat GC - MS (*Gas Chromatography - Mass Spectrometer*) pirolisis dilakukan di Laboratorium Terpadu. Cuka kayu hasil penelitian dibandingkan dengan Standar (Anonim, 2009) dan Standar Jepang (Yatagai, 2002).

2. Analisis data

Data yang terkumpul, ditabulasi, dianalisis secara deskriptif dan hasilnya dibandingkan dengan standar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 dan 2 dapat diketahui produksi arang, cuka kayu, rendemen dan sifat arang.

Dari beberapa limbah kayu yang digunakan sebagai bahan baku produksi arang terpadu dengan cuka kayu, hasilnya dapat diketahui pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi arang dan cuka kayu
Table 1. Wood vinegar and charcoal production

Parameter (<i>Parameters</i>)	Nomer kode contoh limbah (<i>Code number of waste sample</i>)			
	1	2	3	4
Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	21,42	22,14	20,67	19,61
Berat kayu basah (<i>Wet wood weight</i>), kg	86,00	74,00	80,00*	90,00*
Berat kayu kering (<i>Dry wood weight</i>), kg	70,82	60,58	66,29	75,24
Suhu pengarangan (<i>Temperature of carbonization</i>), °C	400 - 450	400 - 450	400 - 450	400 - 450
Lama pengarangan (<i>Duration of carbonization</i>), jam (<i>hour</i>)	58,00	32,00	74,00	96
Produksi arang (<i>Charcoal production</i>), kg	15,00	6,00	8,50	9,50
Produksi cuka kayu (<i>Wood vinegar production</i>), kg	3,20	2,40	2,80	4,40

Keterangan (*Remarks*): *) dilakukan penambahan sampel pada saat proses pembuatan arang (*Sample addition employed during charcoal manufacture*)

1 = Limbah potongan kayu campuran mahoni, nangka (*Wastes comprising the mixture of mahoni and nangka wood pieces*)

2 = Limbah potongan kayu sengon dengan kulit sengon (*Wastes comprising the mixture of sengon wood and bark pieces*)

3 = Limbah potongan kayu sengon tanpa kulit sengon (*Wastes comprising the mixture of sengon wood pieces without its corresponding bark*)

4 = Sebetan kayu sengon dan kulit sengon (*Wastes comprising the mixture of sengon wood slabs and bark*)

Kadar air kayu bahan yang diuji menunjukkan bahwa bahan berupa sebetan kayu sengon dengan kulit mempunyai kadar air terendah (19,61%), sedangkan kadar air tertinggi diperoleh dari limbah kayu campuran mahoni dan nangka yaitu 21,42%. Perbedaan kadar air bahan disebabkan karena kondisi bahan yang digunakan berbeda, ada yang sudah kering dan ada yang agak basah. Suhu pengarangan berkisar antara 400 - 450° C, lama pengarangan bervariasi dari 32 jam - 96 jam, karena perbedaan jumlah bahan / limbah kayu yang dibakar dan kadar air dari masing-masing bahan.

Produksi arang untuk masing-masing bahan bervariasi mulai dari 6,00 kg (limbah potongan kayu sengon dengan kulit) sampai 15,00 kg (pada limbah potongan kayu mahoni dan nangka). Produksi arang dipengaruhi oleh berat jenis kayu limbah yang digunakan, limbah kayu campuran mahoni dan nangka mempunyai berat jenis yang lebih tinggi daripada berat jenis kayu sengon dengan kulit. Kayu dengan berat jenis tinggi berstruktur lebih kompak/padat sehingga lebih tahan terdegradasi oleh panas pengarangan, sehingga menyebabkan produksi dan rendemen arang lebih tinggi (Tabel 2).

Tabel 2. Rendemen dan sifat arang
Table 2. Yield and charcoal properties

Jenis analisis (Kinds of analysis)	Nomer kode contoh limbah (Code number of waste sample)			
	1	2	3	4
Rendemen dari berat kering oven (Yield of oven dry weight), %	21,18	9,90	12,82	12,62
Rendemen dari berat basah (Yield of wet weight), %	17,44	8,10	10,62	10,55
Kadar air (Moisture content), %	5,00	2,57	9,63	6,88
Kadar abu (Ash content), %	3,34	2,55	4,53	7,33
Kadar zat mudah menguap (Volatile matter), %	16,49	19,10	18,27	20,29
Kadar karbon terikat (Fixed carbon content), %	80,17	78,35	68,47	72,32
Nilai kalor (Calorific value), cal/g	6666	6377	6237	6107

Keterangan (Remarks): 1), 2), 3) & 4) sama seperti pada Tabel 1 (Similar to those in Table 1)

Produksi cuka kayu untuk masing- masing bahan kayu yang digunakan yaitu : 2,40 kg ; 2,80 kg ; 3,20 kg dan 4,40 kg (Tabel 3). Produksi cuka kayu umumnya dipengaruhi kadar air bahan/limbah kayu (Tabel 1), kalau bahannya masih baru berarti kadar airnya tinggi, maka produksi cuka kayu akan tinggi. Kadar air limbah potongan kayu sengon tanpa kulit termasuk tinggi yaitu sebesar 22,14%, akan tetapi rendemen cuka kayu rendah (4,95%), sedangkan pada sebetan kayu sengon dengan kulit, kadar air 19,61% (rendah), tetapi rendemen cuka kayu lebih tinggi yaitu sebesar 7,35%, Hal itu terjadi kemungkinan sebetan kayu sengon mengandung bahan ekstraktif bertitik didih rendah dengan kadar tinggi, sehingga bahan ekstraktif tersebut ikut teruapkan selama proses pengarangan dan selanjutnya terkondensasi selama proses pendinginan dan ikut terbawa sebagai cuka kayu. Terkait dengan hal tersebut, pada Tabel 3 disajikan rendemen dan sifat cuka kayu, sedangkan hasil analisis komponen kimia cuka kayu yang menggunakan GCMS ditunjukkan pada Tabel 4. Selanjutnya pada Gambar 1 ditampilkan hasil analisa terhadap jumlah komponen kimia dalam cuka kayu yang berasal dari 4 macam komposisi campuran limbah.

Pada Tabel 2 dapat diketahui rendemen dan sifat arang dari masing-masing bahan yang digunakan. Rendemen arang berkisar 9,90 - 21,18%, bila dibandingkan dengan rendemen arang yang dihasilkan dari tungku kubah yaitu 24 - 34% (Roliadi *et al*, 2001), maka rendemen arang ini lebih kecil. Hal ini terjadi karena volume tungku yang digunakan juga lebih kecil, sehingga kapasitas pengarangannya lebih rendah pula. Kadar air arang 2,57%, 5,00%, 6,88% dan 9,63%; kadar abu 2,55%, 3,34%, 4,53% dan 7,39% ; kadar zat mudah terbang 16,49%, 18,27%, 19,10% dan 20,29%. Bila dibandingkan SNI, maka kadar air dan kadar abu sudah memenuhi standar yang ditetapkan. Karbon terikat 68,47%, 72,32%, 78,35% dan 80,17%.

Nilai kalor 6107 kal/g, 6237 kal/g, 6377 kal/g dan 6666 kal/g. Bila dibandingkan dengan persyaratan untuk arang aktif ternyata kadar air, zat mudah terbang dan nilai kalor arang hasil penelitian telah memenuhi syarat (Smisek dan Cerny, 1970).

Tabel 3. Rendemen dan sifat cuka kayu

Table 3. Yield and wood vinegar properties

Jenis analisis (Kinds of analysis)	Nomer kode contoh limbah (Code number of waste sample)				Mutu cuka kayu Jepang * (Quality of Japan wood vinegar)
	1	2	3	4	
Rendemen dari berat kering (Yield of dryweight), %	5,64	4,95	5,27	7,35	-
Rendemen dari berat basah (Yield of wetweight), %	4,65	4,05	4,37	6,11	-
pH	3,20	3,80	4,50	6,80	1,50 – 3,70
Berat jenis (Specific gravity)	0,98	0,99	0,98	0,97	> 1,05
Bau (Smell)	Lemah (Weak)	Lemah (Weak)	Lemah (Weak)	Lemah (Weak)	-
Warna (Colour)	Kuning coklat muda (Light brownies yellow)	Kuning coklat muda (Light brownies yellow)	Kuning coklat muda (Light brownies yellow)	Kuning coklat muda (Light brownies yellow)	Kuning coklat kemerahan (Yellow-reddish brown)
Transparansi (Transparency)	Tidak keruh (No cloud)	Tidak keruh (No cloud)	Tidak keruh (No cloud)	Tidak keruh (No cloud)	Tidak keruh, tidak ada suspensi (No cloud, no suspended particles)

Keterangan (Remarks):

1), 2), 3) & 4) sama seperti pada Tabel 1 (Similar to those Table 1)

*) Yatagai (2002)

Rendemen cuka kayu tertinggi adalah 7,35% diperoleh dari bahan baku limbah sebetan kayu sengan dengan kulit (Tabel 3), diikuti rendemen limbah kayu campuran mahoni dan nangka sebesar 5,64%, limbah kayu sengan tanpa kulit 5,27% dan rendemen cuka kayu paling rendah sebesar 4,95% diperoleh dari limbah kayu sengan dengan kulit. Rendemen cuka kayu yang dihasilkan masih rendah bila dibandingkan dengan rendemen cuka kayu yang menggunakan tungku lainnya. Hal ini mungkin disebabkan perbedaan model tungku yang digunakan, khusus pada tungku drum ganda ini diameter pipa pengalir asap dari tungku tidak sebanding dengan diameter pipa pendingin cuka kayu yang terdapat di dalam tungku pendingin sehingga produksi cuka kayu terhambat dan hasilnya sedikit.

pH cuka kayu berkisar antara 3,20 - 6,80, bila dibandingkan dengan mutu cuka kayu Jepang (Yatagai, 2002) ternyata ada 2 jenis cuka kayu yang memiliki pH sesuai standar Jepang yaitu (3,20) yang dihasilkan dari limbah potongan kayu campuran mahoni dan nangka. Sedangkan pH pada limbah potongan kayu sengan dengan kulit mempunyai nilai mendekati

mutu cuka kayu Jepang (3,80). Berat jenis cuka kayu yang dihasilkan sekitar 0,97 - 0,99, berarti lebih rendah dari mutu cuka kayu Jepang. Warna cuka kayu adalah kuning coklat muda dan tidak keruh. Bila dibandingkan dengan standar Jepang ternyata tidak sesuai karena cuka kayu standar Jepang memiliki warna kuning coklat kemerahan.

Tabel 4. Analisis komponen kimia cuka kayu

Table 4. Analysis on particular chemical compound in wood vinegar

Jenis analisis (Kinds of analysis)	Nomer kode contoh limbah (Code number of waste sample)			
	1	2	3	4
Asam asetat (<i>Acetic acid</i>), ppm	25,13	21,71	28,38	30,05
Metanol (<i>Methanol</i>), %	0,44	0,86	1,15	1,11
Fenol (<i>Phenol</i>), ppm	53,48	45,07	52,41	63,62

Keterangan (*Remarks*):

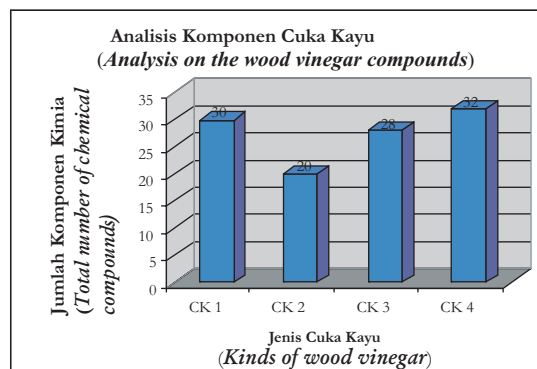
1), 2), 3) & 4) sama seperti pada Tabel 1 (*Similar to those Table 1*)

Kandungan komponen kimia cuka kayu yang diperoleh adalah asam asetat berkisar antara 21,71 - 30,05 ppm, metanol 0,44 - 1,15% dan fenol 45,07 - 63,62 ppm (Tabel 4). Variasi kandungan komponen kimia cuka kayu mungkin disebabkan oleh jenis limbah kayu yang digunakan. Menurut Yatagai (2002), komponen kimia cuka kayu seperti asam asetat berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, pencegah penyakit tanaman. Metanol berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, sedangkan phenol dan turunannya berfungsi untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman. Pernyataan ini telah dibuktikan oleh Roliadi *et al* (2001), bahwa cuka kayu dapat digunakan sebagai pestisida alternatif untuk membasmi hama dan penyakit pada tanaman yang selama ini hanya dapat dibasmi menggunakan bakterisida dan fungisida.

Penelitian lain menyatakan bahwa cuka kayu tusam dengan konsentrasi 1% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas solanacearum*, sedangkan cuka kayu bakau dengan konsentrasi 0,1% mampu menghambat pertumbuhan jamur *Scieritium rolfsii* (Nurhayati, 2000). Lebih lanjut hasil analisa unsur hara dalam cuka kayu (C, N, P dan K) disajikan pada Tabel 5.

Pada Gambar 2, dapat diketahui jumlah komponen kimia cuka kayu dari masing-masing limbah kayu yang digunakan. Jumlah komponen kimia cuka kayu yang terbanyak didapat dari cuka kayu no 4 (32 komponen), diikuti cuka kayu no 1 (30 komponen), no 3 (28 komponen) dan no 2 (20 komponen). Perbedaan jumlah komponen kimia cuka kayu disebabkan karena kandungan komponen kimia dari masing-masing jenis kayu berbeda.

Nurhayati (2007), menyatakan bahwa cuka kayu mangium dapat menggantikan bahan penyubur tanaman seperti katalis tanaman dan bakterisida jenis Dipel. Selain itu cuka kayu mangium yang di uji coba pada tanaman jahe, ternyata dapat menggantikan penggunaan penyubur tanaman dan juga sebagai pengganti pestisida dari jenis Atonik dan Gandasil.



Gambar 2. Analisis jumlah total komponen kimia dalam cuka kayu

Figure 2. (Analysis on the total number of chemical compounds in the resulting wood vinegar)

Keterangan (Remarks):

1), 2), 3) & 4) Sama seperti pada Tabel 1 (Similar to those Table 1)

Tabel 5. Unsur hara C, N, P, dan K yang terkandung dalam cuka kayu

Table 5. C, N, P and K nutrient elements in wood vinegar

Unsur hara (Nutrient)	Nomer kode contoh limbah (Code number of waste sample)				Persyaratan teknis pupuk organik cair (Requirement for liquid organic fertilizer)*
	1	2	3	4	
C = karbon organik (Carbon organic), %	7,35	6,24	6,17	6,12	> 4
N = Nitrogen total (Total Nitrogen), %	0,64	0,62	0,62	0,67	< 2
P ₂ O ₅ = Fosfor total (Phosphate), %	0,24	0,26	0,31	0,26	< 2
K ₂ O = Kalium total, (Potassium) %	0,36	0,31	0,33	0,35	< 2

Keterangan (Remarks):

1), 2), 3) & 4) sama seperti pada Tabel 1 (Similar to those Table 1)

*) Anonim (2009)

Untuk mengetahui apakah cuka kayu dapat digunakan sebagai pupuk cair organik, telah dilakukan analisis kandungan unsur hara makro yang terdiri dari C, N, P dan K. Hasilnya menunjukkan kandungan C organik sekitar 6,12 - 7,35% ; N total 0,62 - 0,67% ; P₂O₅ total

0,24 - 0,312% dan K_2O total 0,31 - 0,36% (Tabel 5). Bila dibandingkan dengan persyaratan teknis minimal pupuk cair organik, ternyata semua unsur hara makro cuka kayu yang diteliti telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan (Anonim, 2009). Berarti cuka kayu tersebut dapat digunakan sebagai pupuk cair organik dan layak untuk di uji coba pada tanaman. Akan tetapi saat aplikasi cuka kayu pada tanaman, sebaiknya dilakukan bersamaan dengan penambahan unsur hara makro N, P dan K karena cuka kayu ini bukan pupuk.

Bila dibandingkan dengan persyaratan teknis minimal pupuk cair organik, ternyata semua unsur hara makro cuka kayu yang diteliti telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan (Anonim, 2009), dengan demikian cuka kayu tersebut dapat digunakan sebagai pupuk cair organik dan layak untuk di uji coba pada tanaman. Sebaiknya aplikasi cuka kayu pada tanaman, dilakukan bersamaan dengan penambahan unsur hara makro N, P dan K karena cuka kayu ini bukan pupuk.

Anonim (2010), mengemukakan bahwa cuka kayu yang terkandung dalam asap hasil karbonisasi arang kayu berguna untuk memperbaiki mutu tanah dan membantu pertumbuhan tanaman agar lebih baik dan kuat serta lebih resisten terhadap hama dan penyakit. Hasil penelitian Siarudin dan Suhaendah (2007), menyatakan bahwa cuka kayu dapat meningkatkan pertumbuhan dan riap tinggi anakan sengon sebesar 75,48 cm dan 66,62 cm selama tiga bulan penelitian, dibandingkan dengan anakan kontrol/ tanpa perlakuan yang memiliki pertumbuhan tinggi dan riap lebih rendah.

Selanjutnya, dari hasil analisa GC-MS pada Tabel 6, 7, 8 dan 9 dapat diketahui sepuluh besar konsentrasi komponen kimia cuka kayu yang merupakan turunan dari asam asetat, fenol dan asam propionat yang terdapat pada masing-masing jenis limbah kayu yang digunakan.

Tabel 6. Sepuluh urutan terbesar komponen kimia (dalam hal konsentrasinya) dalam cuka kayu dari limbah campuran potongan kayu mahoni dan nangka

Table 6. The ten largest ranks of chemical components (with respect of their concentration) in wood vinegar from the wastes comprising the mixture of mahoni and nangka wood pieces)

No.	Komponen kimia (<i>Chemical component</i>), %	Konsentrasi (<i>Concentration</i>), %
1.	Acetic acid (CAS) ethylic acid	36.52
2.	Acetic acid anhydride with formic acid	10.05
3.	Phenol, 2 methoxy (CAS) guaiacol	7.16
4.	2-furan carboxaldehyde (CAS) furfural	5.72
5.	2-methoxy 4 methylphenol	5.24
6.	2-furan carboxaldehyde, 5 methyl (CAS) 5 methyl 2 furfural	3.97
7.	Phenol 2, 6 dimethoxy (CAS) 2, 6 dimethoxy phenol	3.94
8.	2-cylopenten 1, 2 hidroxy 3 methyl (CAS) corylon	2.80
9.	Propanoic acid, 3 hidroxy, methyl ester (CAS) methyl 3 hidroxyprop	2.57
10.	2 (3H) furanone dihydro (CAS) butyrolactone	2.70

Tabel 7. Sepuluh urutan terbesar komponen kimia dalam cuka kayu (dalam hal konsentrasinya) dari limbah kayu sengon plus kulit.

Table 7. *The ten largest ranks of chemical components (with respect to their concentration) in wood vinegar from the wastes comprising the mixture of sengon wood and bark pieces).*

No.	Komponen kimia (<i>Chemical component</i>), %	Konsentrasi (<i>Concentration</i>), %
1.	Acetic acid (CAS) ethylic acid	41.98
2.	Nitrogen oxide (N ₂ O)	13.78
3.	Acetic acid (CAS) ethylic acid	9.23
4.	7-hydroxy -7 phenyl -3, 9-dirsoprophyl 2, 10 dioxadispirol (3.31)	9.00
5.	2,2 dimethyl 1,3, dioxane 4,6 dione	6.21
6.	Acetic acid, methylester (CAS) methyl acetate	5.76
7.	Phenol, 2 methoxy (CAS) guaiacol	2.24
8.	Phenol (CAS) izal	1.74
9.	Propanoic acid (CAS) propionic acid	1.37
10.	2 (3H) furanone dihydro (CAS) butyrolactone	1.30

Tabel 8. Sepuluh urutan terbesar komponen kimia dalam cuka kayu (dalam hal konsentrasinya) dari limbah kayu sengon tanpa kulit.

Table 8. *The ten largest ranks of chemical components (with respects to their concentration) in wood vinegar from wastes comprising the mixture of sengon wood without bark)*

No.	Komponen kimia (<i>Chemical component</i>), %	Konsentrasi (<i>Concentration</i>), %
1.	Acetic acid (CAS) ethylic acid	32.21
2.	Phenol, 2 methoxy (CAS) guaiacol	7.67
3.	Phenol 2, 6-dimethoxy (CAS) 2, 6 dimethoxy phenol	7.39
4.	2-methoxy 4 methylphenol	4.49
5.	Furancarbon saeurichlorid, tetrahydro	4.04
6.	1H-pyrazole 3,5-dimethyl (CAS) 3,5-dimethylpirazole	3.85
7.	Phenol, 4 ethyl-2-methoxy (CAS) P ethyl guaiacol	3.16
8.	Propanoic acid (CAS)	2.56
9.	2 (3H) furanone dihydro (CAS) butyrolactone	2.24
10.	Phenol (CAS) izal	2.02

Tabel 9. Sepuluh urutan terbesar komponen kimia dalam cuka kayu (dalam hal konsentrasinya) dari limbah sebetan kayu sengon plus kulit dengan konsentrasi tertinggi

Table 9. The ten largest ranks of chemical components in wood vinegar from wastes comprising the mixture slabs of sengon wood and bark)

No.	Komponen kimia (<i>Chemical component</i>), %	Konsentrasi (<i>Concentration</i>), %
1.	Acetic acid (CAS) ethylic acid	26.90
2.	Phenol, 2 methoxy (CAS) guaiacol	12.94
3.	Phenol 2, 6-dimethoxy (CAS) P-ethyl methacrylate	8.68
4.	Acetic acid (CAS) ethylic acid	6.95
5.	2-methoxy 4 methylphenol	6.10
6.	Furancarbon saeurichlorid, tetrahydro	4.10
7.	1H-pyrazole 3,5-dimethyl (CAS) 3,5-dimethylpirazole	3.01
8.	1, 2, 4-trimetroxybenzene	2.90
9.	Butanoic acid, 2-propenyl ester (CAS) allyl N-butanoate	2.81
10.	2-cylopenten 1, 2 hiydroxy 3 methyl (CAS) corylon	1.98

Salah satu komponen kimia yang terkandung dalam cuka kayu yaitu fenol, di mana dalam kehidupan sehari-hari fenol dan turunannya dapat digunakan untuk bahan desinfektan dan inhibitor (Yatagai, 2002 dan Nurhayati *et al*, 2009). Komponen kimia lainnya adalah asam propionat yang berfungsi sebagai pencegah jamur dan pengawet untuk ikan (Metia, 2010). Pernyataan di atas sesuai dengan pernyataan Zaitsev (1969) bahwa asap mengandung beberapa zat antimikroba, antara lain : (a) Asam karboksilat (organik) dan turunannya seperti format, asetat, butir, propionat, metil ester ; (b) Alkohol seperti metil, etil, propil, alkil, dan isobutil alkohol ; (c) Aldehida seperti formaldehid, asetaldehid, furfural, dan metil furfural ; (d) Hidrokarbon seperti silene, kumene, dan simene ; (e) Keton : aseton, metil etil keton, metil propil keton, dan etil propil keton, (f) Fenol dan (g) Piridin dan metil piridin.

Senyawa-senyawa seperti alkohol, aldehida, keton, asam organik (karboksilat) termasuk juga furfural, formaldehida merupakan bahan pengawet yang sudah dikenal, sedangkan fenol, quinol, quicol dan pirogalol merupakan bagian dari 20 jenis senyawa-senyawa antioksidan dan antiseptik (Moeljanto, 1982a). Senyawa yang sangat berperan sebagai antimikrobia adalah senyawa fenol dan asam asetat, dan peranannya semakin meningkat apabila kedua senyawa tersebut ada bersamasama (Darmadji, 1995). Selain fenol, senyawa aldehida, aseton dan keton pada produk asap pengarangan kayu juga memiliki daya bakteristatik dan bakteriosidal. Girrard (1992) menyatakan bahwa asap dalam bentuk cair berpengaruh terhadap keseluruhan jumlah asam dalam kondensat asap, yaitu mencapai 40% dengan 35 jenis asam. Kandungan asam mudah menguap dalam asap cair akan menurunkan pH, sehingga dapat memperlambat pertumbuhan mikroorganisme (Buckle *et al*, 1985). Fenol selain bersifat bakteriosidal juga sebagai antioksidan. Sifat ini terdapat terutama pada senyawa turunan fenol dengan titik didih tinggi, seperti 2,6-dimethoksi fenol, 2,6-dimethoksi-4-metil fenol dan 2,6-dimethoksi-4-ethyl fenol (Pearson dan Tauber, 1973).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Produksi arang terpadu dengan hasil cuka kayu dari limbah kayu dengan menggunakan tungku drum ganda yang dilengkapi alat pengkondensasi asap berkisar 6,00 - 15,00 kg. Rendemen arang dihitung dari berat kering berkisar 9,90 - 21,18%.
2. Produksi cuka kayu 2,40 - 4,40 kg. Rendemen cuka kayu jika dihitung dari berat kering bahan limbah sebesar 4,95 - 7,35%.
3. Komponen cuka kayu hasil analisis HPLC dan GC terdiri dari asam asetat 20,13 - 30,05 ppm. Metanol 0,44 - 1,15%. Phenol 52,41 - 63,62 ppm.
4. Hasil analisis GC-MS pirolisis menunjukkan bahwa pada cuka kayu dari masing-masing jenis limbah kayu terdapat 20 - 32 macam komponen kimia dengan konsentrasi setiap komponen saling berbeda antara satu jenis dengan lainnya.
5. Unsur hara yang terdapat dalam cuka kayu adalah C organik 6,12 - 7,35% ; N total 0,62 - 0,67% ; P_2O_5 total 0,24 - 0,31% dan K_2O total 0,31 - 0,36%.
6. Adanya berbagai macam komponen kimia tersebut, terindikasi cuka kayu berperan sebagai penyubur tanaman, pengawet makanan, penyembuh penyakit tanaman, disinfektan, penghambat pertumbuhan mikroorganisme, dan pencegah jamur dan bakteri.
7. Perlu dilakukan penyempurnaan tungku terpadu untuk meningkatkan rendemen arang dan cuka kayu. Juga perlu dilakukan uji coba cuka kayu pada tanaman untuk mempercepat/merangsang pertumbuhan tanaman dan sebagai pembasmi hama dan penyakit pada tanaman, simpanan karbon (*carbon store*) dan juga rosot karbon.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. Pedoman pengharkatan hara kompos. Laboratorium Natural Products, SEAMEO BIOTROP. Bogor.
- . 2009. Persyaratan teknis minimal pupuk cair organik. SK. MENTAN, No. 28/Permetan/SR.130/5/2009, tanggal 22 Mei. 2009.
- , 2010. Cuka kayu penyubur dan penguat tanaman. Sinar Tani. Membangun Kemandirian Agribisnis. Up date 29/11/2010.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet dan M. Wooton. 1985. Ilmu Pangan. Terjemahan H. Purnomo dan Adiono. Indonesian University Press. Jakarta
- Darmadji, P. 1995 Produksi Asap Cair dan Sifat-Sifat Fungsionalnya. Fakultas Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Girard, J.P. 1992. Technology of Meat and Meat Products. Ellis horwood. NewYork.
- Harris, R. S. dan E. Karmas. 1989. Evaluasi Gizi pada Pengolahan Pangan. Terjemahan Achmadi. S., Bandung Technology Institute Press, Bandung
- Moeljanto. 1982a. Pengasapan dan Fermentasi Ikan. PT. Penebar Swadaya IKAPI. Jakarta
- Metia, R. 2010. Kegunaan unsur kimia fenol dalam kehidupan sehari-hari.

- Nurhayati, T. 2000. Sifat destilat hasil destilasi kering 4 jenis kayu dan kemungkinan pemanfaatannya sebagai pestisida. Buletin Penelitian Hasil Hutan 17 (3) : 160 - 168. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Nurhayati, T., Han Roliadi and Nurliani Bermawie. 2005. Production of mangium wood vinegar and its utilization. Jurnal of Forestry Research 2 : 1 (13-26). Forestry Research and Development Agency. Jakarta.
- , R. A. Pasaribu dan D. Mulyadi. 2006. Produksi dan pemanfaatan cuka kayu dari serbuk gergaji kayu campuran. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 24 (5) : 395 - 411. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Nurhayati, T. 2007. Produksi arang terpadu dengan cuka kayu dan pemanfaatan cuka kayu pada tanaman pertanian. Makalah pada acara pelatihan pembuatan arang terpadu dan produk turunannya. Di Dinas Kehutanan Kabupaten Bulungan, Kalimantan Timur, 17-26 Juli 2007.
- , T., P. Jayanto dan P. Sumantoro. 2009. Respon cuka kayu terhadap pertumbuhan dan pengendalian penyakit bercak daun bibit tusam. Buletin Hasil Hutan 15 (2) : 101 - 116. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Pearson, A.M. dan F.W. Tauber. 1973. Processed Meats, second edition. AVI Publishing Company Inc., Wesport Connecticut.
- Roliadi, H., T. Nurhayati dan Sylviani. 2001. Kemungkinan produksi arang dan wood vinegar dan bahan baku kayu asal hutan tanaman industri menggunakan teknik pirolisa ramah lingkungan. Prosiding Lokakarya Penelitian Hasil Hutan, Bogor 7 Nopember 2001 : 245 - 260. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Siarudin, M dan E. Suhaendah. 2007. Uji pengaruh mikoriza dan cuka kayu terhadap pertumbuhan lima provenan sengon dipesemaian. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan 1 (1) : 1 - 4, Juli 2007. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Balai Penelitian Kehutanan. Ciamis.
- Smisek, M. and S. Cerny. 1970. Active Carbon Manufacturing, Properties and Application. Elsiever Publishing Company. New York.
- Sukmana, S. 1983. Evaluation of unit process in the composting of it waste. Fakulteit van de Landbouwwetenschappen Laboratory Voor Bodemfysica, Bodemconditionering en Tuinbouwbodemkunde.
- Yatagai. 2002. Utilization of charcoal and wood vinegar in Japan. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.
- Zaitsev, I., I. Kizeveter, L. Lacunov, T. Makarova, L. Mineer, dan V. Podsevalor. 1969. Fish Curing and Processing. Mir Publishers. Moskow.